

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 19859

(54) Tube électronique comprenant un écran photoélectrique.

(51) Classification internationale (Int. CL³). H 01 J 31/50, 9/233.

(22) Date de dépôt..... 22 octobre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 22 octobre 1980, n° 150615/80.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 2-7-1982.

(71) Déposant : Société dite : TOKYO SHIBAURA DENKI KABUSHIKI KAISHA, résidant au Japon.

(72) Invention de : Yoshimitsu Aramaki et Norio Harao.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un tube électronique comprenant un écran photoélectrique, par exemple un intensificateur d'image aux rayons X.

Un tube électronique comportant un écran photo-
5 électrique, par exemple un intensificateur d'image aux rayons X ou un intensificateur d'image aux rayons gamma est généralement utilisé pour détecter des rayons de haute énergie, comme des rayons X et des rayons gamma. Jusqu'à présent, la matière de la fenêtre d'entrée de
10 ces intensificateurs était du verre. Mais récemment, il est arrivé que la fenêtre d'entrée de ces intensificateurs soit faite en une mince tôle métallique. La raison en est que, étant donné l'amélioration technique du traitement des métaux et l'augmentation du prix des matières
15 premières, une fenêtre d'entrée métallique coûte éventuellement moins cher, si l'on considère les traitements et les matières intervenant dans la réalisation d'un tel intensificateur. De plus, l'utilisation d'une fenêtre d'entrée métallique a fait naître la tendance d'utiliser
20 des métaux pour d'autres parties de l'intensificateur.

L'écran photoélectrique est généralement réalisé à partir d'un produit de réaction entre un semi-métal tel que Sb, Bi ou Te et un métal alcalin. Les procédés de
25 réalisation des écrans photoélectriques peuvent se classer d'une façon générale en deux types, d'après la différence entre les opérations de dépôt sous vide. L'un de ces procédés consiste à maintenir une source d'un métal alcalin et une source d'un semi-métal dans une enveloppe. Par exemple, Cs et Sb sont déposés alternativement et ré-
30 pectivement à partir des sources correspondantes de métal alcalin et de semi-métal, pour réagir mutuellement sur le substrat d'un écran d'entrée, jusqu'à ce que la sensibilité maximale de l'écran photoélectrique soit obtenue. Mais ce procédé présente l'inconvénient de soulever des diffi-
35 cultés pour réaliser un écran photoélectrique de haute sensibilité.

Un autre procédé consiste à déposer initialement une quantité prescrite d'un semi-métal, par exemple Sb,

sur le substrat de l'écran d'entrée, et à déposer ensuite un métal alcalin tel que Cs pour qu'il réagisse avec le semi-métal, en produisant ainsi l'écran photoélectrique. Si la mesure de la quantité de Sb peut être
5 faite avec une grande reproductibilité, ce dernier procédé est efficace pour produire des écrans photoélectriques de haute sensibilité et de grande stabilité.

La quantité de Sb appliquée dans ce dernier
10 procédé a jusqu'à présent été mesurée de la manière suivante. Un tube photoélectrique est disposé près de l'écran photoélectrique et à l'extérieur de la partie de l'enveloppe sur la paroi intérieure de laquelle Sb doit être déposé. Une source de lumière est placée sur le
15 côté de l'intensificateur d'image aux rayons X opposé à celui qui fait face au tube photoélectrique. La détermination de la quantité de Sb se fait en déterminant la mesure dans laquelle le courant photoélectrique qui circule dans le tube photoélectrique varie en fonction de
20 la quantité de Sb déposée sur la paroi intérieure de l'enveloppe. Mais ce procédé courant de détermination de quantité de Sb présente l'inconvénient qu'il est sujet à de fortes limitations, dépendant de la structure de l'intensificateur d'image.

25 Tout récemment, la structure interne des tubes électroniques de ce genre comprenant un écran photoélectrique, dans lesquels des faisceaux d'électrons sont focalisés par un champ électrique s'est compliquée progressivement en raison de la demande pour des tubes électroniques de hautes performances. En ce qui concerne par
30 exemple un intensificateur d'image aux rayons X, le tube courant comprenant trois électrodes a été modifié en un tube qui comporte quatre électrodes pour obtenir un champ variable, ou en un tube constitué par cinq électrodes pour améliorer la distribution de résolution.
35 Ainsi, la tendance récente pour les tubes électroniques se dirige vers des types comprenant de plus en plus

d'électrodes. Dans le cas d'un intensificateur d'image aux rayons X comprenant la structure interne précitée, le passage de la lumière émise par une source lumineuse est gêné par les électrodes qui se trouvent dans l'intensificateur, de sorte qu'il est impossible d'appliquer le procédé de mesure de quantité de Sb.

Par ailleurs, la tendance de réaliser les fenêtres d'entrée et autres parties des enveloppes en métal a été de plus en plus acceptée pour réduire la diffusion de la lumière par la fenêtre d'entrée d'un intensificateur d'image aux rayons X et pour réduire les prix de matière première et de main d'oeuvre. Avec un intensificateur d'image aux rayons X comportant une enveloppe métallique, il est évidemment impossible d'adopter le procédé précité de mesure de quantité de Sb.

L'invention résulte donc des circonstances mentionnées ci-dessus, et elle a pour objet de proposer un tube électronique comprenant un écran photoélectrique dont la structure est adaptée pour assurer la formation de l'écran avec la sensibilité photoélectrique stable voulue.

Un autre objet de l'invention est de proposer un procédé de fabrication de cet écran photoélectrique.

Pour atteindre cet objet, l'invention concerne donc un tube électronique qui comprend une enveloppe métallique sous vide, une fenêtre métallique d'entrée de rayons à haute énergie fixée sur l'enveloppe et un écran photoélectrique disposé près de la fenêtre métallique d'entrée de rayons de haute énergie, et formé dans l'enveloppe; ce tube se caractérise par le fait qu'un photocapteur semi-conducteur est disposé dans une position de l'enveloppe métallique sous vide voisine du bord périphérique de l'écran photoélectrique et sur lequel une substance constituant l'écran photoélectrique peut être déposée, ce photocapteur semi-conducteur comprenant un boîtier étanche avec une fenêtre d'entrée de lumière et un élément semi-conducteur maintenu dans ce boîtier.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de l'écran photoélectrique du tube électronique consistant à disposer un photocapteur semi-conducteur comprenant un boîtier étanche avec une fenêtre d'entrée de lumière et un élément semi-conducteur maintenu dans le boîtier dans une position à l'intérieur de l'enveloppe métallique sous vide, voisine du bord périphérique de l'écran photoélectrique et sur lequel un semi-métal peut être déposé, l'enveloppe supportant un substrat d'écran d'entrée, une source d'évaporation d'un métal alcalin et une source d'évaporation d'un semi-métal, le procédé consistant également à évaporer du métal alcalin de la source de métal alcalin jusqu'à ce qu'un courant photoélectrique maximal soit produit à partir du substrat d'écran d'entrée sur lequel le métal alcalin évaporé est déposé, à évaporer du semi-métal de la source de semi-métal jusqu'à ce que le courant de sortie du photocapteur semi-conducteur atteigne une valeur prescrite, et à évaporer à nouveau le métal alcalin de la source de métal alcalin jusqu'à ce qu'un courant photoélectrique d'une intensité maximale soit délivré par le substrat d'écran d'entrée sur lequel le métal alcalin et le semi-métal sont déposés, en formant ainsi un écran photoélectrique sur la surface du substrat d'écran d'entrée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de plusieurs exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

La Figure 1 est une coupe schématique d'un intensificateur d'image aux rayons X selon un mode de réalisation de l'invention,

la Figure 2 est une coupe à plus grande échelle de la partie principale de l'intensificateur d'image aux rayons X de la Fig. 1,

la Figure 3 est une coupe d'un photocapteur semi-conducteur utilisé avec un tube électronique selon l'invention,

la Figure 4 est une courbe illustrant les propriétés du photodétecteur semi-conducteur de la Fig. 3,

la Figure 5 montre graphiquement les variations du courant de sortie délivré par le photodétecteur à semi-conducteur et le courant de sortie émis par l'écran photoélectrique, pendant la formation d'un écran photoélectrique selon l'invention, et

la Figures 6 et 7 sont des coupes de la partie principale d'intensificateurs d'image aux rayons X selon d'autres modes de réalisation de l'invention.

Les Figures représentent donc un tube électronique selon l'invention consistant en un intensificateur d'image de rayons X. Un intensificateur d'image de rayons X selon l'invention est agencé comme le montrent les Fig. 1 et 2. Une enveloppe sous vide 1 comporte une fenêtre d'entrée 1a en aluminium, un corps 1b en acier inoxydable, un corps de verre 1c et une fenêtre de sortie 1d en verre. Un écran d'entrée 2 est disposé à l'intérieur de la fenêtre d'entrée 1a. Cet écran d'entrée 2 consiste en un écran luminescent d'entrée, formé sur un substrat d'aluminium 3 sphérique, et un écran photoélectrique 5 déposé sur l'écran luminescent d'entrée 4. Une anode 6 est disposée à l'intérieur du côté de sortie de l'enveloppe 1. Un écran photoélectrique 8 de sortie est formé sur un substrat de sortie 7. Une première électrode de grille 9 est disposée le long de la paroi latérale intérieure de l'enveloppe sous vide 1 et elle est connectée électriquement au corps 1b d'acier inoxydable. Une seconde électrode de grille 10a et une troisième électrode de grille 10b sont disposées sur le côté de l'enveloppe sous vide 1 dans laquelle se trouve l'anode 6, dans l'ordre mentionné, compté à partir du côté d'entrée de l'enveloppe 1. Une source de métal alcalin est prévue dans une cavité 11 de la seconde électrode de grille 10a. Un bossage 21 est formé sur la partie arrière du corps de verre 1c de l'enveloppe sous vide 1. Une nacelle 12 qui permet l'évaporation d'un semi-métal tel que de l'antimoine est maintenue dans le bossage 21.

Un photocapteur 13 à semi-conducteur, par exemple une photodiode est placé dans la partie de la première électrode de grille 9 par exemple, dans laquelle le champ électrique n'est pas considérablement perturbé. Une borne 14 nécessaire pour alimenter le photocapteur 13 sort à l'extérieur de l'enveloppe sous vide 1. Une ouverture 23 est formée dans une partie de la paroi cylindrique 22 de la première électrode de grille 9, aussi grand que la fenêtre d'entrée de lumière du photocapteur 13. Ce dernier est fixé à l'extérieur de cette ouverture 23. Une borne 24a faisant partie des deux bornes de sortie de signaux du photocapteur 13 est connectée à la borne 14 par un conducteur. Cette borne 14 pénètre dans le corps métallique 1b de l'enveloppe sous vide 1 de façon étanche, en passant par une pièce isolante 25. L'autre borne de sortie 24b est connectée à la première électrode de grille 9, en court-circuit électrique avec le corps métallique 1b. En fonctionnement, la première électrode de grille 9 est en court-circuit avec le corps métallique 1b par un ressort conducteur 9a, de sorte que les deux pièces 9 et 1b sont au potentiel de la masse. Sur les Figures 1 et 2, la référence numérique 26 désigne une entretoise qui sépare électriquement l'écran d'entrée 2 de la première électrode de grille 9. La référence numérique 27 désigne une borne de connexion de l'écran d'entrée 2.

Avec un tube électronique selon l'invention, il est possible de contrôler la quantité d'un semi-métal tel que de l'antimoine déposé sur la face extérieure de la fenêtre d'entrée de lumière du photocapteur 13 à semi-conducteur, en détectant la tension du signal de sortie du photocapteur 13 qui varie avec la quantité déposée du semi-métal, en utilisant une petite quantité de lumière pénétrant dans l'enveloppe sous vide 1 par son corps de verre 1c. Le photocapteur 13 qui est placé près de l'écran photoélectrique 5 peut détecter très exactement la quantité déposée de semi-métal. Si un intensificateur d'image aux rayons X a une structure telle qu'elle empêche que de

la lumière soit introduite par l'extérieur de l'enveloppe sous vide 1, ou ne permet la pénétration que d'une quantité extrêmement petite de lumière, une petite source lumineuse peut être placée en un point approprié dans l'enveloppe sous vide 1. Il est en outre possible de prévoir plusieurs photodétecteurs 13 près de la périphérie de l'écran photoélectrique 5. Cette disposition permet de détecter l'uniformité avec laquelle un semi-métal est déposé sur toute la région de l'écran photoélectrique 5. De plus, le photodétecteur 13 à semi-conducteur peut être fixé sur la paroi intérieure d'une enveloppe métallique.

Lorsque la photodiode semi-conductrice au silicium mentionnée ci-dessus est exposée à la chaleur appliquée pour l'évacuation d'un tube sous vide, par exemple un intensificateur d'image aux rayons X ou pour la formation de l'écran photoélectrique, les propriétés de cette photodiode se détériorent. Mais avec le procédé selon l'invention de fabrication d'un tube électronique, pendant la réalisation d'un intensificateur d'image de rayons X, la partie sur laquelle la photodiode au silicium est fixée n'est pas chauffée à une température extrêmement élevée, par exemple dépassant 300°C. Par conséquent, la photodiode au silicium peut entièrement résister à la mise en oeuvre pratique du procédé de fabrication selon l'invention d'un écran photoélectrique. Par contre, l'utilisation de la photodiode au silicium assure une reproductibilité de la quantité de Sd beaucoup plus élevée que celle qui était possible avec les procédés antérieurs. En outre, l'utilisation de la photodiode au silicium permet d'utiliser une enveloppe métallique avec une structure qui interdit pratiquement la pénétration de lumière extérieure. Un intensificateur d'image de rayons X selon l'invention est vidé pendant sept heures dans un four maintenu à une température de 250°C. Par conséquent, il est évident qu'une photodiode au silicium utilisée pour la fabrication de cet intensificateur d'image de rayons X doit supporter cette température. Au cours des dernières années, un nouveau type de photodiode a été développé, réalisé en enfermant hermé-

tiquement un élément de silicium dans un boîtier métallique au moyen d'un solvant vitreux. Cette photodiode au silicium répond bien aux objets de l'invention.

La Fig. 3 illustre la disposition d'une photodiode au silicium, qui convient pour la mise en oeuvre de l'invention. Un photocapteur 13 à semi-conducteur, constituant cette photodiode, est réalisé en enfermant hermétiquement un élément de silicium 31 comprenant une jonction PN dans un boîtier étanche 32, et en sortant à l'extérieur des électrodes par deux conducteurs 24a, 24b. Le boîtier étanche 32 est réalisé en assemblant hermétiquement une fenêtre 33 d'entrée de lumière en verre et un boîtier métallique 34 par un joint 35 en verre fritté, et en assemblant de façon étanche les conducteurs 24a, 24b et le boîtier métallique 34 par une plaquette 36 en verre fritté. Le boîtier étanche 32 est rempli d'un gaz qui évite l'oxydation, par exemple de l'azote. Ce type de photodiode enfermé hermétiquement est maintenant largement répandu sur le marché. Dans le cadre de l'invention, des précautions doivent être prises pour choisir le type de boîtier étanche, de manière que son étanchéité ne soit pas détruite même s'il est chauffé à environ 300°C. Cependant, la limite supérieure de température à laquelle la photodiode sous boîtier hermétique peut être soumise est généralement de l'ordre de 125°C, afin d'assurer les propriétés électriques de cette photodiode. Mais des comparaisons ont été faites entre les propriétés électriques de cette photodiode avant et après qu'elle a été soumise à une haute température de 250°C pendant sept heures dans le vide, ces conditions étant généralement considérées comme un guide pour vider un intensificateur d'image aux rayons X, et les résultats sont indiqués sur la Fig. 4. Sur cette figure, la quantité (par rapport à la valeur initiale) de lumière incidente est indiquée en abscisse et le courant de sortie de la photodiode est porté en ordonnée. La courbe pointillée A représente les propriétés électriques initiales de la photodiode et la courbe B en traits pleins représente les propriétés électriques de la photodiode

après que l'intensificateur d'image aux rayons X a été vidé. Ces expériences montrent que les caractéristiques de sortie ou de sensibilité de la photodiode décroissent d'environ 30% après que le tube électronique a été vidé à 250°C pendant sept heures, mais que la relation entre la lumière incidente et l'intensité du courant de sortie de la diode ne changent que peu. Il a donc été confirmé que la sensibilité relative de la photodiode permet en pratique de contrôler la quantité d'un semi-métal tel que de l'antimoine déposé pendant la formation d'un écran photoélectrique.

La formation d'un écran photoélectrique après le vidage précité du tube électronique sera maintenant décrite en regard de la Fig. 5. Au cours de la première phase, un métal alcalin tel que du caesium est évaporé de façon continue jusqu'à ce que le courant photoélectrique (indiqué par la courbe C) atteigne une intensité maximale. A ce moment, étant donné que le métal alcalin est pratiquement transparent, le courant de sortie du photopcapteur semi-conducteur ne varie pratiquement pas. Au cours de la seconde phase, un semi-métal tel que de l'antimoine est évaporé jusqu'à ce que le courant de sortie du photopcapteur à semi-conducteur atteigne une intensité prescrite d2, par rapport à la valeur initiale d1 indiquée par le trait plein D. Dans le cas d'un intensificateur d'image de rayons X utilisant un écran à l'iodure de caesium, il s'avère que la valeur optimale de l'intensité prescrite d2 se situe dans la plage d'environ 70 à 90% de la valeur initiale d1. Au cours de la troisième phase, le métal alcalin tel que le caesium est à nouveau évaporé. Pendant cette troisième phase, le métal alcalin forme un composé avec l'antimoine déjà déposé, augmentant ainsi rapidement le courant photoélectrique C à la sortie de l'écran photoélectrique. Lorsque ce courant photoélectrique C atteint une valeur maximale, l'évaporation du métal alcalin est interrompue. A ce moment, le courant de sortie du photopcapteur à semi-conducteurs décroît jusqu'à un niveau d3. De la première à la troisième phase,

la température ambiante de l'intensificateur d'image de rayons X est choisie dans la plage de 80 à 120°C. Au cours d'une quatrième phase, l'intensificateur d'image de rayons X est refroidi lentement jusqu'à la température ambiante. Pendant cette phase, le courant photoélectrique C de sortie de l'écran photoélectrique augmente encore jusqu'à atteindre finalement une valeur stable. Lorsqu'un écran photoélectrique est formé par un composé obtenu par évaporation d'un métal alcalin et d'antimoine, il importe particulièrement de contrôler la quantité d'antimoine déposée. A cet effet, le procédé de fabrication d'un écran photoélectrique selon l'invention consiste à détecter le courant de sortie du photocapteur à semi-conducteur par rapport à sa valeur initiale, augmentant ainsi la reproductibilité de la quantité d'antimoine déposée. Le procédé courant de contrôle de la quantité de Sb n'est pas applicable au cas où des parties d'une enveloppe sous vide entourant l'écran photoélectrique et la fenêtre d'entrée des rayons X sont en métal. Au contraire, le tube électronique selon l'invention, dans lequel un photocapteur à semi-conducteur est maintenu dans l'enveloppe permet de déterminer la quantité de Sb déposée, de façon sûre et avec une grande facilité.

25 Dans un intensificateur d'image de rayons X selon un autre mode de réalisation de l'invention, une ouverture 23 est formée dans une partie d'un support 37 de photocathode annulaire, de section transversale en L, et supportant un écran photoélectrique 5, un écran fluorescent 4 et un substrat 3, un photocapteur à semi-conducteur 13 est fixé sur la face arrière du support de photocathode. Le photocapteur 13 à semi-conducteur est positionné avec sa fenêtre 33 d'entrée de lumière en face de l'ouverture 23. Un conducteur 24a faisant partie des deux conducteurs du photocapteur 13 est connecté électriquement à un support 37 constituant en même temps une électrode de l'écran photoélectrique 5, et également à une borne 27 pour con-

necter le support 37 à l'extérieur. L'autre conducteur 24b du photocapteur 13 est connecté électriquement à une première électrode de grille faite d'une pièce avec le corps métallique 1b, par l'intermédiaire d'un fusible 38
5 fondant facilement. Une seconde électrode de grille 40 est disposée au-dessous de la première électrode de grille 39. Le mode de réalisation de la Fig. 6 ne comporte pas de borne de sortie (indiquée par 14 sur les Fig. 1 et 2) du photocapteur 13 à semi-conducteur. La borne de ce
10 photocapteur 13 est connectée à une électrode de grille interne sur laquelle le photocapteur 13 est fixé. La borne extérieure de cette électrode interne est utilisée simultanément comme une borne extérieure du photocapteur 13. La disposition de la Fig. 6 offre des commodités car il
15 est inutile de prévoir une borne supplémentaire étanche à l'air sur le corps métallique 1b de l'enveloppe 1.

Avec le tube électronique réalisé selon la Fig. 6 le courant de sortie du photocapteur 13 à semi-conducteur est détecté par un ampèremètre 41 connecté entre la borne
20 extérieure 27 de la cathode photoélectrique et le corps métallique 1b de l'enveloppe 1 à la masse. Le courant photoélectrique de sortie de l'écran photoélectrique 5 est détecté par un ampèremètre 42 et une source 43 de courant continu connectée entre la borne extérieure 27 de la cathode photoélectrique et la seconde électrode de grille
25 40. Quand le photocapteur 13 à semi-conducteur utilisé pour former l'écran photoélectrique 5 est devenu inutile, le fusible 38 est fondu en y faisant passer un courant intense. Une source d'alimentation 44 et un commutateur
30 45 sont prévus pour fondre le fusible 38. Enfin, toutes les électrodes montées dans le tube électronique reçoivent les tensions voulues de fonctionnement.

Un tube électronique selon un autre mode encore de réalisation de l'invention sera maintenant décrit en
35 regard de la Fig. 7. Le tube électronique agencé comme le montre la Fig. 7 est du type dans lequel même le montage d'un photocapteur semi-conducteur ne risque pas de per-

turber le champ électrique produit par l'électrode interne. Autrement dit, dans le mode de réalisation de la Fig. 7, la surface extérieure 33a de la fenêtre 33 d'entrée de lumière du photocapteur 13 est disposée de manière à affleurer pratiquement avec la surface intérieure 22a de la paroi cylindrique 22 de l'électrode interne 9, en ajustant le photocapteur 13 dans l'ouverture 23 formée dans l'électrode 9. Les références numériques 46, 47 de la Fig. 7 désignent des pièces métalliques destinées à positionner avec sécurité le photocapteur 13. Ces pièces métalliques 46, 47 sont soudées respectivement dans les positions marquées par des x.

Dans le mode de réalisation de la Fig. 7, la fenêtre d'entrée de lumière du photocapteur 13 à semi-conducteur est faite d'une matière isolante, par exemple en verre. Lorsque de l'antimoine évaporé se dépose sur la surface de cette plaque isolante en verre, il se forme une couche conductrice sur la surface de cette matière isolante. Cette couche conductrice est connectée électriquement à l'électrode interne 9 par le boîtier métallique 32. Par conséquent, la paroi intérieure de l'électrode interne 9 est pratiquement équivalente électriquement au cas où l'ouverture 23 est réellement fermée, maintenant ainsi peu perturbé le champ électrique prédominant à proximité de la paroi intérieure de l'électrode externe 9, et offrant par conséquent l'avantage d'éviter de détériorer la qualité de l'image.

Un tube électronique réalisé selon l'invention et de la manière décrite ci-dessus, et agencé comme le montrent les figures annexées, offre les avantages essentiels suivants. L'introduction d'un photocapteur à semi-conducteurs dans un tube électronique fabriqué avec un traitement à haute température n'a jamais été tentée en raison des propriétés électriques de ce photocapteur. Mais l'invention montre que l'introduction d'un photocapteur à semi-conducteurs dans un tube électronique peut se faire. En outre, l'invention offre la possibilité de contrôler la quantité de semi-métal déposé avec une haute

- précision. Par conséquent, l'invention apporte un procédé de réalisation d'un écran photoélectrique de haute sensibilité, s'appliquant même à un intensificateur d'image de rayons X qui comporte un nombre toujours croissant de
- 5 grilles pour obtenir de hautes performances, et avec une enveloppe métallique. Dans les modes de réalisation qui ont été décrits ci-dessus, le cas a été décrit où le photocapteur à semi-conducteurs 13 était constitué par une photodiode. Mais l'invention n'est pas limitée à ce cas.
- 10 Par exemple, même un photocapteur semi-conducteur constitué par un phototransistor ou un photocapteur au sulfure de cadmium offre le même effet que la photodiode précitée.

- En outre, les modes de réalisation qui sont été décrits, le tube électronique était un intensificateur
- 15 d'image de rayons X. Mais le concept de l'invention peut s'appliquer largement à un intensificateur d'image de détection de rayons Gamma et autres tubes électroniques comportant un écran photoélectrique.

- Bien entendu, diverses modifications peuvent
- 20 être apportées par l'homme de l'art aux modes de réalisation décrits et illustrés à titre d'exemples nullement limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1 - Tube électronique, comprenant une enveloppe métallique sous vide (1) une fenêtre métallique (1a) d'entrée de rayons de haute énergie fixés sur l'enveloppe et un écran photoélectrique (5) dans l'enveloppe métallique sous vide à proximité de la fenêtre d'entrée de rayons de haute énergie, tube caractérisé en ce qu'il comporte un photocapteur (13) à semi-conducteur, placé dans une position dans l'enveloppe (1) métallique sous vide proche du bord périphérique de l'écran photoélectrique (5) et sur lequel une matière constituant l'écran photoélectrique peut être déposée, ledit photocapteur à semi-conducteur étant constitué par un boîtier étanche (34) avec une fenêtre (33) d'entrée de lumière et un élément semi-conducteur (31) disposé par le boîtier.

2 - Tube électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le photocapteur à semi-conducteur (13) est choisi dans le groupe comprenant une photodiode, un phototransistor et un photocapteur au sulfure de cadmium.

3 - Tube électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs électrodes de grille montées dans l'enveloppe, le photocapteur (13) à semiconducteur étant fixé sur l'une (9) desdites électrodes de grille, qui est connectée à l'enveloppe (1) et qui se trouve dans la position la plus proche de l'écran photoélectrique (5).

4 - Tube électronique selon la revendication 3, caractérisé en ce que le photocapteur (13) à semi-conducteur comporte deux bornes (24a, 24b) de sortie de signaux, dont l'une est connectée à un conducteur (14) qui pénètre de façon étanche dans l'enveloppe par une matière isolante (25), et qui sort à l'extérieur, et dont l'autre est connectée à l'électrode de grille (9) sur laquelle le photocapteur à semi-conducteur est fixé.

5 - Tube électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'écran photoélectrique (5) est monté sur la surface d'un écran électroluminescent (4)

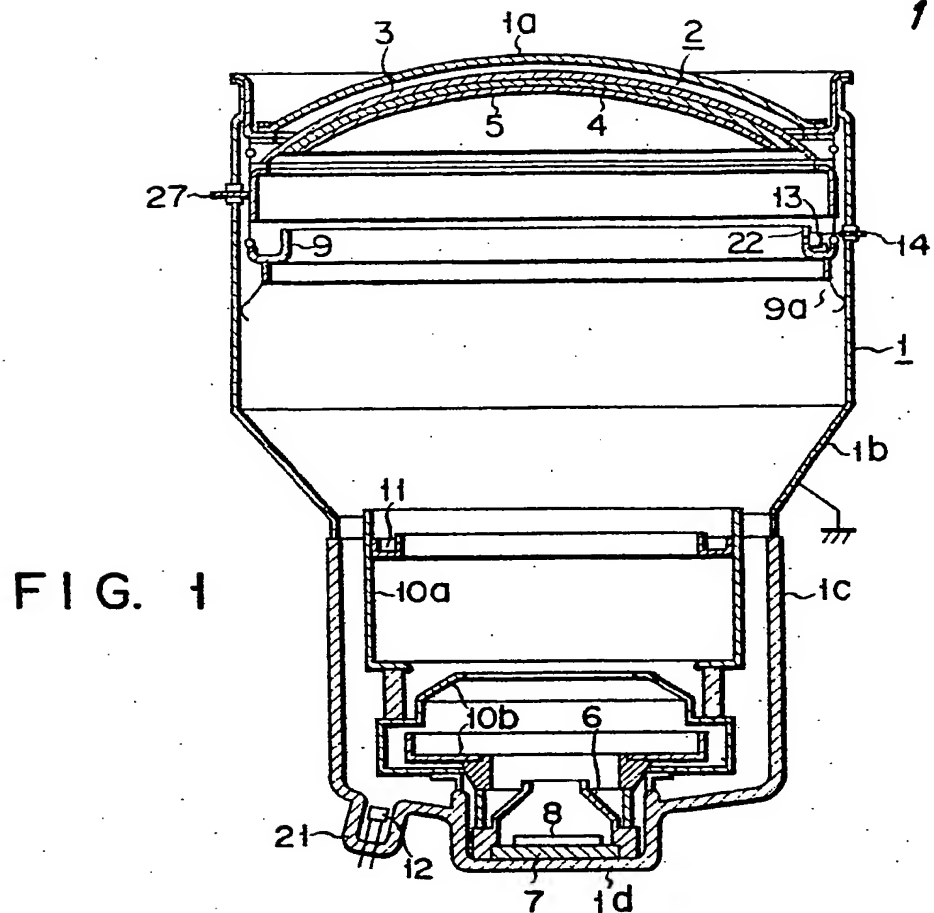
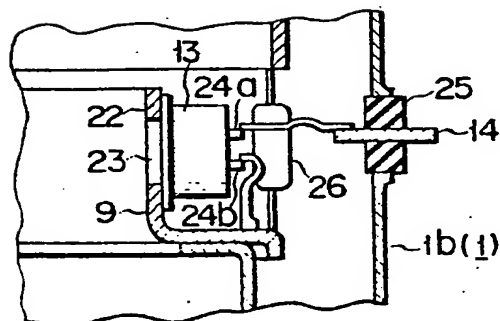
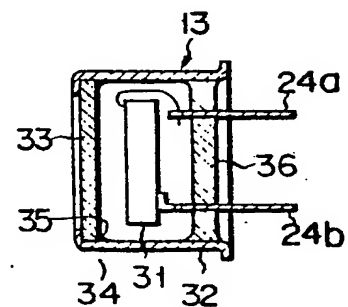
formé sur un substrat (3) d'écran d'entrée, le bord périphérique du substrat d'écran d'entrée étant supporté par un support de photocathode (37) circulaire de section transversale en L, connecté à un conducteur (27) pénétrant de façon étanche dans l'enveloppe par une matière isolante pour sortir à l'extérieur, et le photodétecteur à semi-conducteur (13) étant monté sur le support de photocathode circulaire.

6 - Tube électronique selon la revendication 5, caractérisé en ce que le photodétecteur à semi-conducteur (13) comporte deux bornes (24a, 24b) de sortie de signaux dont l'une est connectée au support de photocathode (37).

7 - Procédé de fabrication d'un écran photoélectrique d'un tube électronique, procédé caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à disposer un photodétecteur à semi-conducteur dans une position à l'intérieur d'une enveloppe métallique sous vide proche du bord périphérique du substrat de l'écran d'entrée et sur lequel le semi-métal peut être déposé, ladite enveloppe contenant un substrat d'écran d'entrée, une source d'évaporation d'un métal alcalin et une source d'évaporation d'un semi-métal, et ledit photodétecteur à semi-conducteur consistant en un boîtier étanche avec une fenêtre d'entrée de lumière et un élément semi-conducteur maintenu dans ledit boîtier, à évaporer un métal alcalin à partir de la source d'évaporation de métal alcalin jusqu'à ce qu'un courant photoélectrique de sortie provenant du substrat d'écran d'entrée sur lequel le métal alcalin est déposé atteigne une valeur maximale, à évaporer un semi-métal depuis la source d'évaporation de semi-métal jusqu'à ce que le courant de sortie du photodétecteur à semi-conducteur atteigne une valeur prescrite et à évaporer un métal alcalin de la source d'évaporation de métal alcalin jusqu'à ce que le courant photoélectrique provenant du substrat d'écran d'entrée sur lequel le métal alcalin et le semi-métal sont déposés atteigne une valeur maximale, en formant ainsi un écran photoélectrique sur la surface du substrat d'écran d'entrée.

8 - Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le métal alcalin est du caesium et le semi-métal est de l'antimoine.

5 9 - Procédé selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que le niveau prescrit du courant de sortie du photodétecteur est choisi à environ 70 à 90% de sa valeur initiale.

**FIG. 2****FIG. 3**

2/3

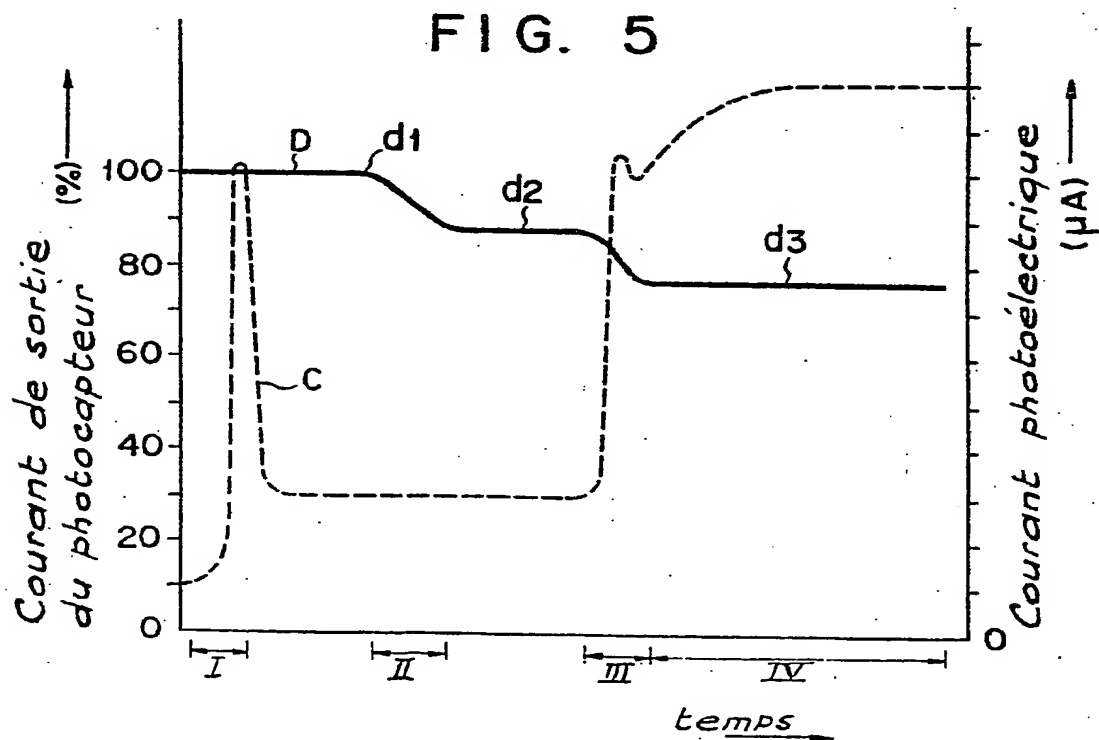
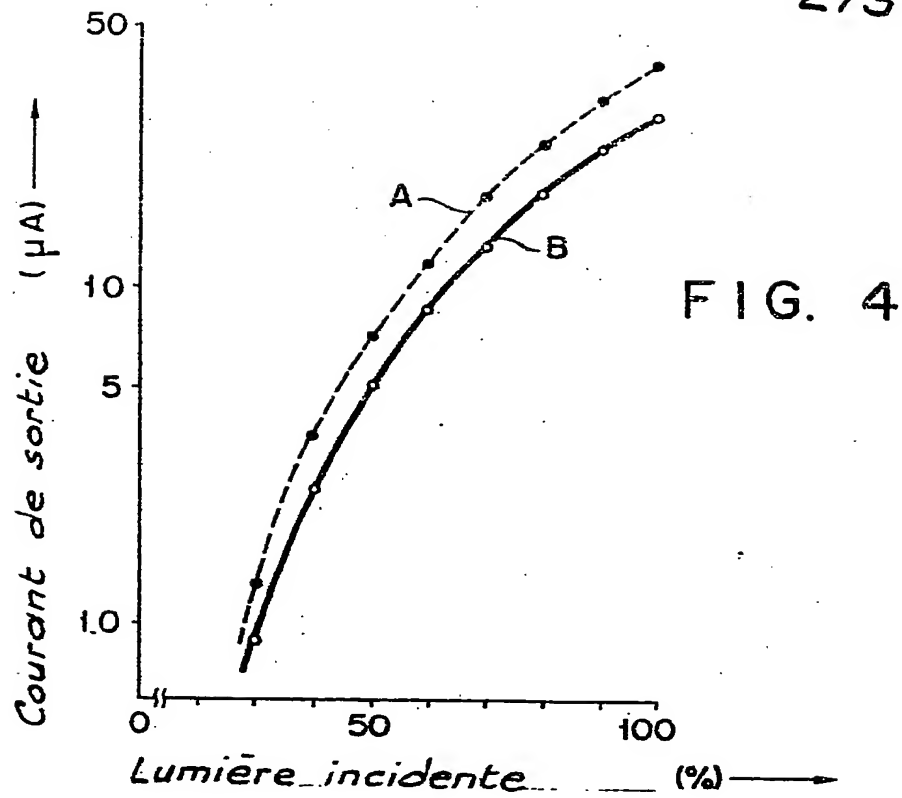


FIG. 6

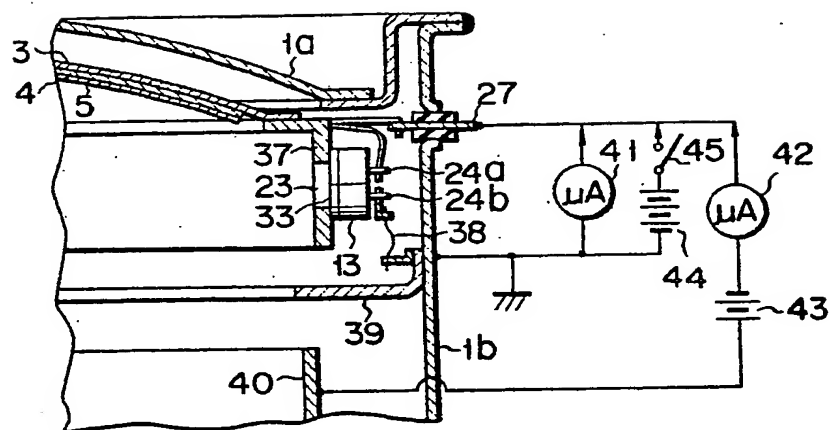


FIG. 7

